UEBER DIE ZUSAMMENSETZUNG

DER

BLUTGASE DES KANINCHENS

BEI DER TEMPERATURERHÖHUNG DURCH DEN WÄRMESTICH.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT

VON

GEORG WITTKOWSKY.

LEIPZIG,

DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD.

1891.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. Schmiedeberg.**

MEINEN THEUREN ELTERN

IN DANKBARER LIEBE

GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547613_0111

Zu den Ergebnissen, welche die Untersuchung der Stoffwechselvorgänge im fiebernden Organismus geliefert hat, gehört auch die zuerst von Pflüger[1]) gelegentlich gemachte und von Senator[2]) bestätigte Beobachtung, dass der Kohlensäuregehalt des arteriellen Blutes im Fieber herabgesetzt ist. Die Arbeiten von Geppert[3]) und Minkowski[4]) liessen über das Bestehen dieser Thatsache keinen Zweifel mehr aufkommen.

Die Frage nach dem Grund dieser Erscheinung wurde nun nach den verschiedensten Richtungen hin ventilirt. Darüber war man sich einig — denn die aus den Untersuchungen resultirenden Schlussfolgerungen drängten zu dieser Anschauung —, dass die Herabsetzung des CO_2-Gehaltes der Ausdruck der Verminderung der Alkalescenz des Blutes sei und dass dieser in der Hauptsache auf einer Säurewirkung in dem Sinne beruhe, wie sie Walter[5]) auf Grund seiner im Schmiedeberg'schen Laboratorium ausgeführten Versuche nachgewiesen hat. Man könnte sich dann, wie H. Meyer[6]) gelegentlich seiner Arbeit über Phosphorvergiftung für diese bemerkt, vorstellen,

---

1) Ueber die Geschwindigkeit der Oxydationsprocesse im arteriellen Blutstrom. Pflüger's Archiv. I. Bd. S. 297. 1868.

2) Untersuchungen über den fieberhaften Process und seine Behandlung. Berlin 1873. S. 74.

3) Die Gase des arteriellen Blutes im Fieber. Zeitschr. f. klin. Med. II. Bd. S. 255. 1881.

4) Ueber den Kohlensäuregehalt des arteriellen Blutes im Fieber. Archiv f. exp. Path. u. Pharm. XIX. Bd. S. 209. 1885.

5) Untersuchungen über die Wirkung der Säuren auf den thierischen Organismus. Archiv f. exp. Path. u. Pharm. VII. Bd. S. 148 ff. 1877.

6) Ueber Phosphor. Archiv f. exp. Path. u. Pharm. XIV. Bd. S. 344. 1881.

dass gewisse Schädlichkeiten die Function jener Elemente, die die chemischen Vorgänge im Organismus vermitteln, beeinträchtigen oder aufheben, dass diese chemischen Processe dann natürlich auch selbst gestört, bezw. ganz aufgehalten werden und so das Auftreten abnormer Stoffwechselproducte, unter anderen auch solcher von saurer Beschaffenheit erklären können.

Meyer[1]) stellte aus dem Blute mit Arsenik vergifteter Thiere Gährungsmilchsäure dar. Er fand aber in 2 Versuchen im Blute fiebernder Thiere nur einmal eine geringe Menge einer undefinirbaren Säure.[2]) Auch Minkowski's (l. c.) in derselben Richtung unternommene Analysen ergaben blos, „dass im Blute fiebernder Hunde eine leicht oxydable Säure, wie die Milchsäure, in nachweisbarer Menge vorkommen kann". Dennoch kann die verminderte Alkalescenz des Fieberblutes, zum Theil wenigstens, von einer Neutralisation desselben durch saure Stoffwechselproducte abhängig sein.

Ist aber eine solche Säurewirkung der Grund für die Herabsetzung des CO_2-Gehaltes im Blute, so fragt es sich, ob dieselbe blos neben der gesteigerten Körpertemperatur einhergeht oder von dieser abhängig, also ein Fiebersymptom ist. In letzterer Beziehung kommt dann in erster Linie die Vermehrung der Respirationsfrequenz in Betracht. Minkowski schreibt der letzteren nur einen untergeordneten Einfluss auf die Verminderung der Blutkohlensäure im Fieber zu. In Bezug auf die Bedeutung der erhöhten Körpertemperatur giebt Geppert[3]) ausdrücklich an, dass beim dauernden Fieber der CO_2-Gehalt des arteriellen Blutes proportional der Fieberhöhe sinkt, während Minkowski (l. c.) zu der Ueberzeugung gelangte, dass dieses Sinken der Alkalescenz zwar nicht als eine Folge der febrilen Ueberhitzung betrachtet werden kann, diese aber doch als ein begünstigendes Moment anzuerkennen sei.

In den Versuchen nun, in welchen es sich um ein künstlich erzeugtes septisches Fieber handelte, konnte die Abnahme der Alkalescenz des Blutes direct von einer krankhaften Veränderung der Gewebe abhängen. Um den Einfluss der Temperatursteigerung unabhängig von dieser Vergiftung der Gewebe kennen zu lernen, wandte Minkowski die künstliche Ueberhitzung an und fand, dass, wenn er einen Hund Abends in den Wärmekasten setzte, dessen Innenluft über Nacht allmählich auf 38⁰ und darüber erwärmt wurde, der

1) Studien über die Alkalescenz des Blutes. Archiv. f. exp. Path. u. Pharm. XVII. Bd. S. 314. 1883.

2) Ebenda. XVII. Bd. S. 318. Anm. 2.

3) l. c. S. 374.

CO_2-Gehalt nur um etwa 6 Proc. vermindert war. Wenn das Thier aber in einen schon vorher auf hohe Temperaturen (bis zu 46°) geheizten Kasten gebracht und darin 5—8 Stunden gelassen wurde, so sank der CO_2-Gehalt von 33,2 Proc. beim normalen Thier auf 21,4 (beim überhitzten) und von 33,5 auf 11,4. In zwei weiteren Erwärmungsversuchen wurden 17,3 und 17,4 Proc. CO_2 gefunden. Zu diesen Resultaten bemerkt Minkowski, dass die Steigerung der Respirationsfrequenz bei der künstlichen Erwärmung offenbar eine weit grössere Bedeutung habe, als beim Fieber, und er betrachtet z. B. die geringe Herabsetzung des CO_2-Gehaltes um 6 Proc. in den ersten beiden Versuchen lediglich als Effect der gesteigerten Athmungsfrequenz. In den anderen Fällen handelt es sich aber nach ihm ausserdem noch um Veränderungen des Stoffwechsels, ähnlich den beim Fieber beobachteten, und in einem Versuch glaubt er auch die saure Reaction der durch den Einfluss der Wärme gereizten Muskeln als erklärendes Moment für die Alkalescenzverminderung des Blutes heranziehen zu dürfen.

Ausser der künstlichen Ueberhitzung giebt es nun noch eine andere Art, eine Temperatursteigerung ohne Vergiftung der Gewebe herbeizuführen: es ist der bekannte Stich in eine gleichzeitig von J. Ott[1]), Richet[2]) und Aronsohn und Sachs[3]) entdeckte Region des Corpus striatum.

Ott hatte bei seinen Versuchen, beide Corpora striata gleichzeitig zu durchschneiden, meist beträchtliche Temperatursteigerungen beobachtet und schloss daraus, dass in der Nähe des Corpus striatum Wärmecentren vorhanden sind. Aronsohn und Sachs studirten speciell das Verhalten der Körpertemperatur nach möglichst circumscripten, aber tiefgehenden und methodisch durchgeführten Einstichen ins Gehirn von Kaninchen. Sie kamen bei ihren Untersuchungen zu dem Ergebniss, dass durch Stich in das Corpus striatum in der Nähe des Nodus cursorius von Nothnagel nach kurzer Zeit die Körpertemperatur um mehrere Grade steigt, und dass diese Steigerung viele Stunden bis Tage andauert. Da sie einen gleichen Effect auch durch elektrische Reizung derselben Region hervorrufen konnten, so kamen sie zu dem Schluss, dass die von ihnen gefundene Temperatursteigerung durch Reizung nervöser Elemente im Gehirn entsteht.

---

1) Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Körpertemperatur. Journal of Nervous and Mental Diseases. Vol. XI. No. 2. 1884.

2) Comptes rendus. 1884—1885.

3) Die Beziehungen des Gehirns zur Körperwärme und zum Fieber. Pflüger's Archiv. XXXVII. Bd. S. 232. 1885.

Meine Untersuchungen waren zunächst in der Absicht unternommen worden, festzustellen, ob auch bei dieser Art von künstlichem Fieber eine Abnahme der CO_2-Menge des Blutes eintritt und ob dieselbe zugleich mit der Temperaturerhöhung wieder schwindet, wenn die letztere durch die Anwendung der verschiedenen temperaturherabsetzenden Mittel, namentlich Antipyrin, Morphin [1]) und Chinin in kürzester Zeit zum Schwinden gebracht wird.

Als Versuchsthier wählte ich das Kaninchen zunächst aus demselben Grunde wie Gottlieb (l. c.), „weil die Methode für das Kaninchengehirn durch Aronsohn und Sachs am besten ausgebildet schien", dann aber auch, weil, falls es bei diesem, wenn ich so sagen darf, nervösen Fieber zu einer Säurewirkung im Blute kommen sollte, dieselbe am Kaninchen um so intensiver in die Erscheinung treten musste, da diese Thiere, wie Walter (l. c.) betonte, „nicht soviel Ammoniak im Gegensatz zu den Carnivoren zur Verfügung haben, um Säure zu neutralisiren".

Auf die Technik der Operation brauche ich mich um so weniger im Einzelnen einzulassen, als dies bereits in der mehrfach citirten Arbeit von Gottlieb (l. c. S. 422) geschehen ist, unter dessen Anleitung ich den ersten Stich ausführte, und weil ich mich auch bei allen folgenden Versuchen derselben Instrumente wie er bediente. Ich möchte hier nur die auch von jenem Autor nach Aronsohn und Sachs gemachte Beobachtung meinerseits bestätigen, dass die Thiere nach dem Einstich kein einziges Merkmal darboten, das zu der Annahme eines leidenden Zustandes berechtigt hätte. Im Gegentheil hüpften die Thiere munter umher und frassen wenige Minuten nach der Operation mit solcher Ruhe und Lust, dass man, soweit das äussere Verhalten einen Maassstab für den Einfluss der Operation auf den Gesammtorganismus abgiebt, ein so gut wie absolutes Wohlbefinden constatiren musste. An der Wunde selbst wurde, zum Theil vielleicht dank den antiseptischen Cautelen, nie Eiterung bemerkt.

Die Blutentziehung erfolgte mit möglichster Schnelligkeit, und es gelang mir, unter Assistenz innerhalb 4 Minuten, vom Aufbinden des Thieres an gerechnet, das nöthige Blutquantum im Recipienten aufzufangen. Wie wirksam ein solches schnelles Operiren, wenn man das Thier ausserdem noch mit mehrfach zusammengelegten Tüchern bedeckt, gegen den misslichen Abfall der Temperatur infolge der

---

1) Dass auch Morphin die durch den Wärmestich gesteigerte Körpertemperatur prompt herabsetzt, hat neuerdings Gottlieb bewiesen in seinen „Untersuchungen über die Wirkungsweise temperaturherabsetzender Arzneimittel". Archiv f. exp. Path. u. Pharm. XXVI. Bd. S. 429. 1890.

durch die gestreckte Lage bedingten Abkühlung schützt, werde ich bei den später folgenden Ueberhitzungsversuchen zu zeigen Gelegenheit haben. Hier mag aus diesem Grunde nur betont werden, dass die Körpertemperaturen kurz vor dem Aufbinden zum Zweck der Blutentziehung und während der Ueberleitung des Blutes in den Recipienten gar nicht oder nur unbedeutend differirten.

Die Entgasung erfolgte in der Ludwig'schen Pumpe und die Ausführung der Analyse nach der Bunsen'schen Methode, d. h. also: Absorption der CO_2 mittelst einer Kalikugel, Bestimmung des Sauerstoffs durch Verpuffung und Reduction der Volumina auf 0^0 C. und 1 m Barometerdruck. Ich brachte zur Entgasung übrigens das Blut erst eine kurze Zeit ins Vacuum und beförderte es dann bis zur Uebertreibung der Gase ins Absorptionsrohr 2mal in den Recipienten zurück, um es hier jedesmal $^1/_4$ Stunde lang zu erwärmen. In Versuch IV erwärmte ich probeweise den das Blut enthaltenden Recipienten noch ein 3. Mal ungefähr 20 Minuten lang, gewann aber dabei nur eine minime Quantität Gas.

Mit diesen Methoden kam ich nun bei meinen Versuchen zu folgenden Resultaten:

Versuch I. 15. Juli.

	Temperatur vor der Operation	$39,0^0$
10 Uhr	Wärmestich	
4 =	Temperatur	$40,9^0$

Es wurden nun 25,11 ccm Blut aus der Carotis entnommen. Darin gefunden:

Gesammtgase . . . . . = 9,63 ccm
Nach Absorption von CO_2 = 3,14 = } Also: CO_2 = 6,49 ccm

Demnach:

Gesammtgase = 38,37 Proc.
CO_2 = 25,87 =
$O + N$ = 12,50 =

Die Bestimmung des Sauerstoffs wurde durch Eindringen von Luft in das Eudiometer vereitelt.

Versuch II. 19. Juli.

	Temperatur vor der Operation	$38,5^0$
8 Uhr	Vormittags Wärmestich	
12 =	Temperatur	$41,1^0$
1 =	=	$41,6^0$
3 =	=	$41,6^0$
$4^1/_2$ =	=	$41,5^0$

Um $4^1/_2$ Uhr werden aus der Carotis 26,15 ccm Blut entnommen und darin gefunden:

Gesammtgase	= 9,16 ccm	Also:
Nach Absorption von CO_2 . .	= 3,14 "	CO_2 = 5,92 ccm
" Umfüllung ins Eudiometer	= 2,72 "	O = 2,96 "
" Zulassung von H . . .	= 11,60 "	N = 0,28 "
" der Verpuffung . . .	= 4,16 "	

Demnach:

Gesammtgase = 35,05 Proc.
CO_2 = 22,64 "
O = 11,32 "
N = 1,09 "

Versuch III. 20. November.

	Temperatur vor der Operation	38,7°
9 Uhr Vormittags	Wärmestich	
11 "	Temperatur	40,4°
12 "	"	40,8°
1 "	"	40,7°
2 "	"	40,9°
3 "	"	40,8°
4 "	"	40,8°
5 "	"	40,8°

Aus der Carotis werden um 5 Uhr 27,96 ccm Blut entnommen. Gleich darauf, d. h. um 5 Uhr 5 Minuten, wird die Temperatur des Thieres noch einmal gemessen; das Thermometer zeigt 40,7° an.

Bei der Analyse werden nun gefunden:

Gesammtgase	= 8,80 ccm	Also:
Nach Absorption von CO_2 . .	= 2,86 "	CO_2 = 5,94 ccm
" Umfüllung ins Eudiometer	= 2,56 "	O = 2,45 "
" Zulassung von H . . .	= 9,79 "	N = 0,41 "
" der Verpuffung . . .	= 3,21 "	

Demnach:

Gesammtgase = 31,48 Proc.
CO_2 = 21,24 "
O = 8,77 "
N = 1,47 "

Bei der Ueberleitung des Blutes in den Recipienten war diesmal zu wenig Quecksilber in demselben zurückgelassen worden, so dass die Defibrinirung des Blutes beim Schütteln nicht vollkommen zu Stande kam. Erst nach der Erwärmung konnte das gesammte Blutquantum in die evacuirte Kugel der Pumpe getrieben werden, und hier blieben während der Dauer der Entgasung einige Coagula liegen.

Versuch IV. 24. November.

	Temperatur vor der Operation	38,5°
9 Uhr Vormittags	Wärmestich	
11 "	Temperatur	39,6°
1 "	"	40,2°

2 Uhr Temperatur	. . . .	40,7°
4 „ „	. . . .	40,5°
5 „ „	. . . .	40,7°

Es werden nun um 5 Uhr 28,42 ccm Blut aus der Carotis entnommen und darin gefunden:

Gesammtgase	= 9,74 ccm	
Nach Absorption von CO_2 . .	= 3,70 „	CO_2 = 6,04 ccm
„ Umfüllung ins Eudiometer	= 2,79 „	O = 3,37 „
„ Zulassung von H . . .	= 10,80 „	N = 0,33 „
„ der Verpuffung	= 3,18 „	

Demnach:

Gesammtgase	= 34,27 Proc.
CO_2	= 21,24 „
O	= 11,88 „
N	= 1,15 „

Es mag hier noch bemerkt werden, dass zu jedem Versuch natürlich ein anderes intactes Kaninchen genommen wurde. Die Temperaturmessung geschah im Rectum mit einem stumpfwinklig gebogenen Heidenhain'schen Thermometer, und zwar immer in derselben Tiefe von 12 cm.[1])

Die Einstiche wurden stets des Morgens gemacht und nach 8 bis 9 Stunden zur Auspumpung geschritten, weil sich dieses Verfahren nach einer Reihe von Vorversuchen als das rationellste erwies. Wenn man am Abend einstach, so war es, wie ich fand, sehr ungewiss, ob am anderen Morgen noch eine verwerthbare Temperatursteigerung gefunden werden würde, und in diesem Fall war dann das Versuchsthier für meine Zwecke unbrauchbar geworden. In der grossen Mehrzahl der Stichexperimente, so auch in den 4 mitgetheilten, wurde die Akme schon nach circa 5 Stunden erreicht, und wenn man dann das Kaninchen weitere 3—4 Stunden der Einwirkung dieser im gegebenen Fall maximalen Temperatur überliess, die Curve dazu wo möglich schon eine Tendenz zum Abfall zeigte, so durfte man, wie ich glaube, mit gutem Recht aus dem zu dieser Zeit gefundenen Gasgehalt des Blutes einen Schluss auf den Einfluss der erhöhten Eigenwärme des Körpers ziehen.

Fassen wir nun die Resultate jener 4 Versuche näher ins Auge, so sehen wir, dass in Versuch I der CO_2-Gehalt den von Walter aus 4 Analysen für das Blut normaler Kaninchen gegebenen Mittelwerth von 25,82 Proc. erreicht. In den folgenden 3 Versuchen bleibt er hinter dieser Zahl um 3—4 Proc. zurück. Wenn man nun aber

1) Näheres darüber in Gottlieb's Arbeit, l. c. S. 424.

die enorme Herabsetzung der CO_2-Menge, welche Walter bei seinen mit Säuren vergifteten Thieren (oft um 90 Proc.!) oder auch nur die bezüglichen Zahlen Geppert's und Minkowski's[1]) für ihre Fieberthiere zum Vergleich heranzieht, so braucht man nicht einmal die innerhalb ziemlich weiter Grenzen beobachteten Schwankungen des normalen Kohlensäuregehalts der Kaninchen zu berücksichtigen, um die Annahme einer abnormen Säurewirkung für diese kleinen Unterschiede als unberechtigt erscheinen zu lassen.

Dies zeigt auch ein Controlversuch, den ich mit einem normalen Kaninchen anstellte.

Versuch V.

Einem normalen Kaninchen werden 24,47 ccm Blut aus der Carotis entnommen und hierin gefunden:

Gesammtgase	= 7,94 ccm		Also:
Nach Absorption von CO_2 . .	= 3,02 „		CO_2 = 4,92 ccm
„ Umfüllung ins Eudiometer	= 2,94 „		O = 2,76 „
„ Zulassung von H . . .	= 11,36 „		N = 0,26 „
„ der Verpuffung . . .	= 3,30 „		

Demnach:

Gesammtgase	= 32,43 Proc.
CO_2	= 20,10 „
O	= 11,26 „
N	= 1,07 „

Aus den mitgetheilten Versuchen geht demnach unzweifelhaft hervor, dass bei dem durch den Wärmestich erzeugten Fieber eine Herabsetzung des CO_2-Gehalts im arteriellen Blut nicht stattfindet. Damit ist zugleich gesagt, dass, wenn es gelingt, die Temperatur um mehrere Grade zu erhöhen, ohne dabei gleichzeitig den Organismus im Ganzen oder in seinen Theilen in einen krankhaften Zustand zu versetzen, die Alkalescenz des Blutes normal bleibt.

Ich ging nun daran, das Verhalten der Blutgase des Kaninchens auch bei der künstlichen Erwärmung zu untersuchen, da sowohl Minkowski, als auch Mathieu und Urbain[2]) ihre Ueberhitzungsversuche nur an Hunden angestellt hatten.

Die beiden letztgenannten Autoren fanden eine constante Verminderung der CO_2 und eine Vermehrung des O im Blut. Auf diese letztere Thatsache legen sie augenscheinlich mehr Werth und sie

---

1) Minkowski z. B. fand (l. c. S. 220) beim normalen Kaninchen 29 Proc. CO_2, bei 3 Fieber-Kaninchen mit meist sehr geringen Temperaturerhöhungen 13,1, 13,9 und 15,9 Proc. CO_2 im Blut.

2) Des gaz du sang. Archives de Physiologie normale et pathologique. Vol. IV. p. 447 sq. 1872.

haben sie auch einer genaueren Untersuchung unterworfen. Das Blut, sagen sie, absorbirt bei der Ueberhitzung mehr Sauerstoff, als bei normaler Temperatur; dies hängt nicht allein von dem Respirationsrhythmus, sondern auch von der „Propriété spéciale des globules rouges“ ab, welche durch Steigerung oder Herabsetzung der Körpertemperatur alterirt wird. Mathieu und Urbain controlirten übrigens auch gelegentlich ihrer Erwärmungsversuche die Respirationsfrequenz und fanden, dass bei einer Erhöhung der Körpertemperatur von 39,6^0 auf 40,4^0, dann auf 41,0^0 und endlich auf 42,2^0 die Zahl der Athemzüge entsprechend von 28 auf 130, dann auf 200 und schliesslich auf 300 stieg; dabei ergab die Blutgasanalyse bei 39,6^0 einen CO_2-Gehalt von 47,55 Proc., bei 42,2^0 von 17,85 Proc.

Auf die bedeutende Verminderung der Blutalkalescenz, die Minkowski in der grossen Mehrzahl seiner Versuche fand, habe ich schon (S. 7) hingewiesen.

Den Zeitraum, während dessen derselbe seine Thiere der hohen Umgebungstemperatur aussetzte, konnte ich bei meinen Erwärmungsversuchen aus dem Grunde erheblich abkürzen, weil ich schon innerhalb 1 Stunde eine verwerthbare Temperatursteigerung von etwa 1,5^0 erreichte. Deshalb genügten für meine Versuche 2 und 2$^3/_4$ Stunden, um den directen Einfluss der durch Ueberhitzung gesteigerten Eigenwärme des Körpers auf die Alkalien des Blutes studiren zu können. Ueber die Einrichtung des mir zur Verfügung stehenden Wärmekastens hat Gottlieb (l. c. S. 442) bereits das Nöthige gesagt und ich gehe deshalb gleich zur Mittheilung meiner Versuche über.

Versuch VI. 24. Juli.

Um die Zeit für die späteren Manipulationen zur Blutentziehung nach Möglichkeit abzukürzen und so die durch die ausgestreckte Lage bei der Operation bedingte Abkühlung einigermaassen gering ausfallen zu lassen, wird einem Kaninchen die eine Carotis frei präparirt, ein Faden um die Arterie geschlungen und die Wunde mit 2 Stichen vernäht.

Die Temperatur des Thieres beträgt 39,8^0 und es wird nun in den vorher auf 37^0 geheizten Wärmekasten gesetzt.

Der Verlauf des Versuches gestaltet sich folgendermaassen.

Zeit	Temp. d. Luft im Wärmekasten	Temp. des Thieres	Bemerkungen
3 h — m	37,0^0	—	
3 h 30 m	37,0^0	39,8^0	Das Thier wird mit präparirter Carotis eingesetzt.
3 h 55 m	37,6^0	—	
4 h 15 m	37,6^0	—	Thier ruhig ausgestreckt. Respiration fliegend, unzählbar.

Zeit	Temp. d. Luft im Wärmekasten	Temp. des Thieres	Bemerkungen
4 h 30 m	37,6°	41,3°	
5 h — m	37,5°	41,8°	
5 h 30 m	38,0°	—	Respirationsfrequenz circa 310.
5 h 45 m	38,0°	42,2°	Das Kaninchen wird zur Blutentziehung aus dem Kasten genommen.

Das Thier wird schnell aufgebunden, die Arteriencanüle eingelegt, das Blutüberleitungsrohr angefügt und nun noch einmal die Temperatur gemessen; sie beträgt 41,7°. Unmittelbar nach der Blutentziehung zeigt das Thermometer wiederum 41,7° an.

Es wurden 29,61 ccm Blut aus der Carotis entnommen und darin gefunden:

Gesammtgase	= 9,86 ccm	Also:
Nach Absorption von CO_2 . .	= 4,29 „	CO_2 = 5,57 ccm
„ Umfüllung ins Eudiometer	= 3,12 „	O = 3,96 „
„ Zulassung von H . . .	= 12,29 „	N = 0,33 „
„ der Verpuffung . . .	= 3,64 „	

Demnach:

Gesammtgase = 33,31 Proc.
CO_2 = 18,82 „
O = 13,39 „
N = 1,10 „

Versuch VII. 18. November.

Die vorherige Freipräparirung der Arterie wird diesmal unterlassen und das Kaninchen, dessen Temperatur 39,6° beträgt, wird um 3 Uhr 50 Minuten unversehrt in den auf 33,4° geheizten Wärmekasten gesetzt. Im weiteren Verlauf des Versuches wird Folgendes beobachtet:

Zeit	Temp. im Kasten	Temp. des Thieres	Bemerkungen
3 h 50 m	33,4°	39,6°	Das Thier wird eingesetzt; es ist ängstlich und hat eine Respirationsfrequenz von 126.
4 h 30 m	35,8°	—	Respiration unzählbar.
4 h 50 m	37,0°	41,1°	Das Thier hat sich lang ausgestreckt, athmet angestrengt und mit fliegenden Flanken.
5 h 30 m	38,3°	42,2°	Wie oben.
5 h 55 m	39,4°	42,6°	Das Thier wird zur Blutentziehung herausgenommen, aufgebunden, bedeckt und die Operation mit möglichster Schnelligkeit ausgeführt.

Der Zeitraum von der Herausnahme aus dem Kasten bis zur vollendeten Blutentziehung beträgt 5 Minuten, und danach d. h. um 6 Uhr, hat das Thier eine Temperatur von 42,3°.

Es wurden 27,77 ccm Blut aus der Carotis entnommen und darin gefunden:

Gesammtgase	=	8,98 ccm
Nach Absorption von CO_2 . .	=	3,71 =
= Umfüllung ins Eudiometer	=	3,70 =
= Zulassung von H . . .	=	15,32 =
= der Verpuffung . . .	=	5,16 =

Also:

CO_2	=	5,27 ccm
O	=	3,40 =
N	=	0,31 =

Demnach:

Gesammtgase	=	32,35 Proc.
CO_2	=	18,98 =
O	=	12,24 =
N	=	1,13 =

Ich habe nur diese beiden Ueberhitzungsversuche ausgeführt, weil der immer constante N-Gehalt von circa 1 Proc. die Zuverlässigkeit der Analyse verbürgte und die gefundenen Werthe so sehr mit einander übereinstimmten, dass sie zu bestimmten Schlussfolgerungen, wie ich glaube, berechtigten.

Beide Versuche zeigen eine Abnahme der CO_2-Menge um etwa 6 Proc. und eine geringere Steigerung des Sauerstoffgehaltes. Minkowski setzt ein mässiges Herabgehen der Blutkohlensäure, wie er es in jenen beiden Versuchen fand, in denen er die Umgebungstemperatur des Hundes allmählich erhöhte, ganz auf Rechnung der vermehrten Athmung, und ich schliesse mit dieser Anschauung auch bei der Beurtheilung meiner Resultate an Kaninchen vollkommen an.

Den Einfluss der Lungenventilation auf den CO-Gehalt des Blutes wies zuerst unter Buchheim's Leitung Paul Hering[1]) bei seinen Apnoeversuchen nach. Er fand, dass bei Katzen die Blutkohlensäure um $^1/_2$—$^2/_3$ ihrer gewöhnlichen Menge vermindert ist, und bezeichnet diese Erscheinung als eine der ersten Folgen, welche eine starke, künstliche Respiration, wie er sie anwandte, nach sich zieht. Analog diesem Befund ist seitdem auch für die Vorgänge bei der künstlichen Ueberhitzung die grosse Bedeutung der Athemfrequenz geradezu von allen Autoren, die sich mit solchen Versuchen beschäftigt haben, unumwunden zugestanden worden, und es mag mir daher erlassen werden, an dieser Stelle noch einmal auf die Thatsache der geringen Steigerung des Sauerstoff- und Herabsetzung des Kohlensäuregehalts im Blute als Folge einer ausgiebigeren Ventilation der Lunge näher einzugehen.

Dass die Alkalescenzverminderung des Blutes, die ich bei den künstlich erwärmten Kaninchen fand, gering genug ist, um durch die gesteigerte Respirationsfrequenz völlig erklärt werden zu können, scheint mir zweifellos.

---

1) Einige Untersuchungen über die Zusammensetzung der Blutgase während der Apnoe. Dissertation. Dorpat 1867.

Es bleibt nur noch der Unterschied zwischen meinen Resultaten einerseits und andererseits denjenigen Mathieu's und Urbain's, sowie auch jenen Minkowski's, bei denen die Hunde in einen schon vorher geheizten Wärmekasten gesetzt worden waren. Ich glaube, dass man auf eine Beurtheilung dieser Differenz zur Zeit noch verzichten muss, da wir keine Beobachtungen darüber besitzen, ob der Organismus, resp. die Organe des Hundes stärker auf die Einwirkung hoher Umgebungstemperaturen reagiren, d. h. mehr durch die künstliche Ueberhitzung leiden, als diejenigen des Kaninchens.

Jedenfalls haben die Versuche zu Ergebnissen geführt, die sich zum Schluss noch einmal kurz so formuliren lassen:

1. Die sowohl durch den Wärmestich, als auch durch die Ueberhitzung im Wärmekasten künstlich bewirkten Steigerungen der Körpertemperatur des Kaninchens üben an sich keinen Einfluss auf den Kohlensäuregehalt des arteriellen Blutes aus, so dass die Alkalescenz des Blutes normal bleibt.

2. Die bei der Ueberhitzung zu constatirende geringe Herabsetzung des Kohlensäuregehaltes des Blutes hat ihren Grund ausschliesslich in der gesteigerten Respirationsfrequenz, d. h. in der ausgiebigeren Ventilation in der Lunge.

Folglich hat die erhöhte Körpertemperatur als solche an der im septischen Fieber beobachteten Säurewirkung keinen Antheil.